

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：10106

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26660156

研究課題名(和文)北海道におけるオオワシ追跡型サケ産卵場探査と産卵資源予測

研究課題名(英文) Exploring of salmon spawning sites and abundance using Steller's sea eagle tracking in Hokkaido

研究代表者

松本 経 (Matsumoto, Kei)

北見工業大学・工学部・研究員

研究者番号：90507170

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：近年、シロザケ(以下サケ)の産卵場の保全が急務とされているが、産卵状況を現地観測で把握するには限界があった。産卵場には冬の渡り鳥であるオオワシが飛来し、サケを採食することが知られている。本研究では、サケの捕食者であるオオワシの分布や採食の情報を野外で収集し、餌場であるサケの産卵場の位置や規模を推定する技術を考案した。鳥個体を対象としたレーダー追跡や河畔の植物に含まれる炭素・窒素の安定同位体比を用いた手法を統合して検証した結果、オオワシと植物の安定同位体比の分布パターンはサケの産卵個体数や分布範囲によって変化することが明らかとなり、両者はサケの産卵状況を示す有効な指標になると考えられた。

研究成果の概要(英文)：In winter, although Steller's sea eagles can be seen at salmon spawning sites in Hokkaido, little is known for their potential as a field indicator which allows us to estimate the salmon abundance. In this study, we examined temporal and spatial distribution of eagles along the salmon spawning river in eastern Hokkaido. More eagles occurred in the riparian forests in relation to salmon abundance. The spatial patterns of eagles were matched the results from radar observations beside the spawning sites. We also tested how the salmon runs and eagle's consumption affected on marine derived nutrient inputs into the terrestrial ecosystem based on the use of stable isotope signature (^{15}N , ^{13}C) of terrestrial plants. Stable isotope ratios of plants from spawning sites were higher than those from non-spawning sites. Thus, eagle occurrences and stable isotope signature can be the index of salmon abundance in the spawning rivers.

研究分野：寒冷地生態工学

キーワード：シロザケ産卵河川 オオワシ 安定同位体比 レーダー観測 海由来栄養

1. 研究開始当初の背景

シロザケ(以下サケ)は重要な食料資源であるが、近年漁獲量は減少し、人間社会や生態系に影響を及ぼすことが懸念されている。現在、河川の産卵場の保全が重要視されているが、サケの産卵は厳冬期に及ぶため河川では凍結もあり、山間地の支流でも多く存在するため、これまで人間による探査で見つけるには限界があった。北海道におけるサケの産卵場には、翼開長 2m を超す大型猛禽類のオオワシが冬の渡り鳥として飛来し観察されることが多い。サケとオオワシには深い関連があると推測されながらも、厳冬期の野外ということもあり、これまで研究例が少なかった。冬の産卵場でオオワシのサケ利用を明らかにすることは、サケ資源の減少が懸念される現在において、希少種の越冬地保全にとっても重要となる。本研究では、サケの捕食者であるオオワシを探索し、オオワシの位置や採食の情報から餌場であるサケの産卵場の位置や規模を推定する技術の確立を最終的な目標とした。

2. 研究の目的

(1) 冬のサケ遡上河川におけるサケ個体分布とオオワシ個体分布の関係を明らかにする。

(2) オオワシの飛行位置をレーダーで測位し、産卵場における行動範囲を推定する。

(3) 植物に含まれる安定同位体比とサケの産卵状況の関係を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 北海道北見市を流れる常呂川の支流において、サケの産卵場を含む 5km 区間を自動車で低速走行しながら目視観察してオオワシとオジロワシ(ワシ類)を探索した過去のデータを分析し、サケ個体分布とオオワシ個体分布の関係を検討した。目視では種判別が厳しい場合には、8 倍率の双眼鏡を用いた。ワシ類を確認した場合、国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 縮尺地形図に個体ごとの位置を記録した。その後、調査区域内の河川を踏査してサケの位置を調べた。

(2) 2014 年 11 月に藻琴川上流域のサケ産卵場において、レーダー観測システムを設置し、11:40-15:00 間に産卵場上空を飛行する猛禽類の位置を測定した(図 1, 2)。同時に 8 倍率の双眼鏡と 30 倍率の望遠鏡を用いて目視観測し、飛行する鳥の種を記録した。鳥個体をレーダーで捉えた最初の位置をその個体の飛行位置とし、その後いったんレーダーから逸れても再び同一個体が捉えられた場合には記録から除いた。観測中の天気は晴れで、風速は 1m/s 以下、地上気温は 5-7°C であった。船舶レーダーは通常アンテナを地表面に対して平行に回転させるのが一般的であるが、本システムではアンテナを垂直に倒して固定し、レーダービームが谷に沿って回転するようになっている。これにより、見通し

のよい谷上流方向へ探知範囲を伸ばし、飛行する鳥の方位と距離を測定できる。システムの設置場所から上流 1km までサケの産卵場所が存在するため、この距離を目安に猛禽類の位置と産卵場所の関係について検討した。

(3) サケ産卵河川では産卵後の死体が動物に食べられることで、サケ由来の栄養物質が陸域生態系に輸送されていると考えられている。一般的に炭素と窒素の安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)は海由来の物質でも高くなる傾向を示すことが知られている。本研究では、サケの産卵場周辺および産卵の確認されていない河川の河畔林において、北海道の森林内の林床で普通によく見られるクマイザサを対象にして炭素と窒素の安定同位体比を調べた。



図1 谷の上流方向を望むように設置されたレーダー観測システム。

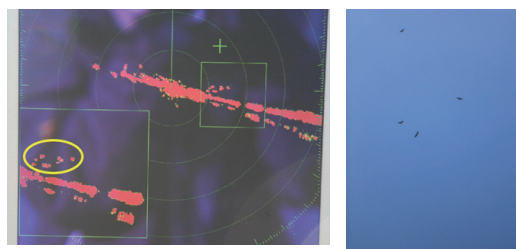


図2 レーダー画面に映し出された猛禽類(左図の黄色楕円内)と上空を飛行する様子(右図)。

4. 研究成果

(1) シロザケ分布とオオワシ分布の関係
常呂川支流ではサケ個体数が最も多くなる 11 月後半にオオワシも最も多く出現した(図 3)。この時期は日平均気温が氷点下となる時期でもあった(図 4)。サケがワシ類によって独占的に採食されていると仮定した場合、ワシ類の採食速度は 1 日あたり 1 羽あたりサケ 1.6 尾となった。サケの産卵場所では、ワシ類は体重の 7 割にあたる重量のサケを 1 日に採食できることになり、サケの産卵場はワシ類にとってよい餌場を提供しているといえる。また、調査時に確認されたオジロワシ個体数よりもオオワシ個体数のほうがサケ個体数の増減とともに変化しやすい傾向が示されたため、オオワシのほうがサケ分布を反映した指標になると考えられた(図 5)。

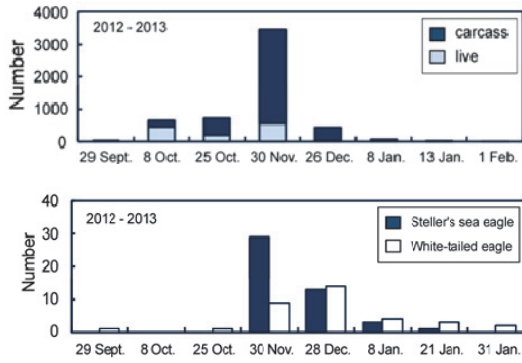


図3 調査日に観察されたシロザケ(上)およびワシ類(下)の個体数の季節変化。

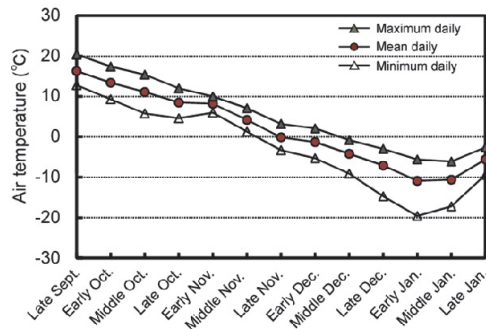


図4 2012-2013年にアメダス観測所(常呂)で計測された日平均気温の変化。

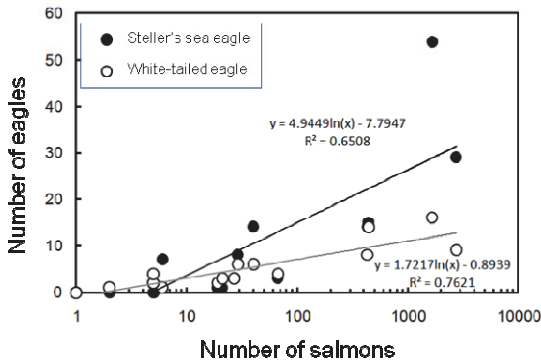


図5 2010-2013年の調査日にカウントされたサケ個体数とワシ類の個体数の関係。

(2) シロザケ産卵場周辺における猛禽類の飛行位置

レーダー測定試験の結果、トビ 305 個体、オジロワシ 21 個体、オオワシ 9 個体を測位できた(図6)。オジロワシでは飛行位置の95%が、トビとオオワシではおよそ半分が産卵場所の上空であった。トビでもオオワシでも産卵場所の上流端から500m離れると急に減少した。よって、サケを採食する猛禽類の行動範囲は産卵場所を中心にして500m内に集中すると予想された。今回、猛禽類の飛行高度は平均271m(範囲127-872m, N=335)だった。本システムでは、高度100m以下を飛

行する鳥の測位数が少なかったが、これはレーダーにはビーム幅(角度)があるため、レーダーに近いほど探知できる空間が狭くなるというレーダー特有の短所によるものと考えられる。これについては今後より詳しく評価試験を行う必要がある。また、本システムでは現在のところレーダーエコーのみで種を識別する方法は確立されていない。そのため、レーダーの運用時には目視観測による種同定を併用することが条件となっている。

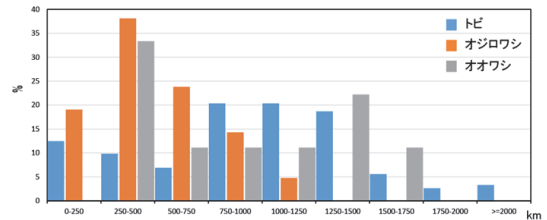


図6 レーダーから飛行していた猛禽類までの距離を相対頻度(パーセント)で表したグラフ。1kmまではサケの産卵場が広がる。

(3) 河畔の植物における安定同位体比とシロザケの産卵状況

ワシ類の糞とサケの筋肉組織に含まれる炭素と窒素の安定同位体比が近い値を示した(図7)。また、ワシ類の分布密度が高い場所の近くでは、クマイザサに含まれる $\delta^{15}N$ 値が高かった(図8, 9)。これにより、サケ産卵場ではワシ類が産卵後のサケ死体を食べた後に排泄することで、サケ由来の栄養物質が陸域の植物に供給されていると考えられた。

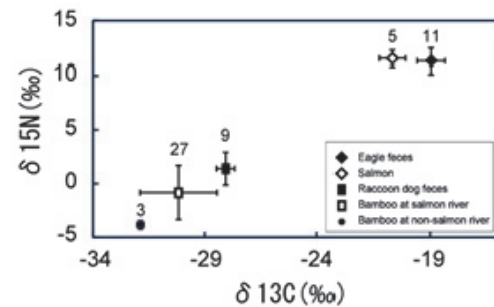


図7 サケ産卵場区域で採取されたサケの筋肉、ワシ類とタヌキの糞、クマイザサおよびサケの産卵のない区域で採取されたクマイザサに含まれた炭素と窒素の安定同位体比。

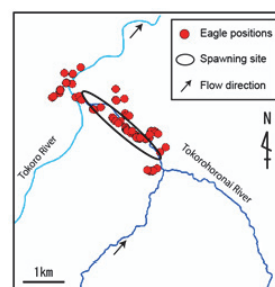


図8 サケ産卵区域で確認されたワシ類の位置。

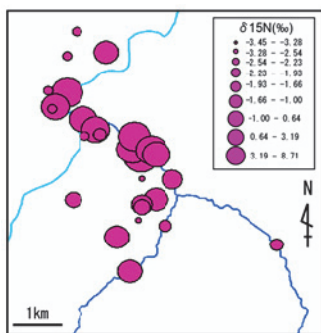


図9 調査日に観察されたシロザケ（上）およびワシ類（下）の個体数の季節変化。

本研究によって、冬期のサケの産卵場はワシ類に餌場として利用され、その結果としてワシ類を介して周辺の植物へサケ由来の栄養を供給していることが明らかとなった。栄養が供給される範囲は産卵場から 500m までが目安となるだろう。サケの産卵場周辺におけるワシ類、特にオオワシに着目した分布データに加えて河畔の植物の安定同位体比を計測することで、サケの産卵個体数のある程度見積もることが可能となった。今後はカラフトマスのようにサケ以外の遡河性魚類も加わる河川において、ワシ類を対象とした観察データがどの程度サケ・マスの産卵資源量を反映した情報をもたらすことができるかを調べる必要がある。特に近年我が国の漁獲量が減少しているカラフトマスにとっては産卵場の保全は重要な課題でもある。カラフトマス産卵場の現状調査にとっても本研究の成果は有効な手法として寄与できると期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

①D. Ochi, K. Matsumoto, N. Oka, T. Deguchi, K. Sato, T. P. Satoh, F. Muto, and Y. Watanuki (2016) Dual foraging strategy and chick growth of Streaked Shearwaters (*Calonectris leucomelas*) at the two colonies of different oceanographic environment. Ornithological Science (in press) 査読有

http://ornithology.jp/os/j/japanese/katsudo/Journal_E/jpmokuji_OS.html

②K. Matsumoto, K. Nakayama, K. Komai, S. Hisamatsu, S. Takahashi, K. Watanabe, and T. Kuwae (2016) Transfer patterns of salmon resources by terrestrial animals in Hokkaido. Proceedings of the International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice 31: 217-218. 査読無

<http://www.o-tower.co.jp/okhsympo/>

③ K. Oda, K. Komai, K. Matsumoto, K.

Nakayama, K. Watanabe, and T. Kuwae (2016) Stable isotope analysis and marine-derived nutrient inputs in the riparian forests in Shiretoko Peninsula. Proceedings of the International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice 31: 280-281. 査読無

<http://www.o-tower.co.jp/okhsympo/>

④K. Matsumoto, K. Nakayama, S. Takahashi, S. Hisamatsu, K. Watanabe, and T. Kuwae (2015) Salmon-specific foraging of raptors and their role of nutrient vectors in Okhotsk area. Proceedings of the International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice 30: 13-15. 査読無

<http://www.o-tower.co.jp/okhsympo/>

〔学会発表〕(計6件)

①K. Matsumoto, K. Nakayama, K. Komai, S. Hisamatsu, S. Takahashi, K. Watanabe, and T. Kuwae. Transfer patterns of salmon resources by terrestrial animals in Hokkaido. The 31th International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice. 22-Feb. 2016 Monbetsu Arts and Culture Center (Hokkaido, Monbetsu).

②K. Oda, K. Komai, K. Matsumoto, K. Nakayama, K. Watanabe, and T. Kuwae. Stable isotope analysis and marine-derived nutrient inputs in the riparian forests in Shiretoko Peninsula. The 31th International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice. 22-Feb. 2016 Monbetsu Arts and Culture Center (Hokkaido, Monbetsu).

③K. Matsumoto, K. Nakayama, S. Takahashi, S. Hisamatsu, K. Watanabe, and T. Kuwae. Salmon-specific foraging of raptors and their role of nutrient vectors in Okhotsk area. The 30th International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice. 16-Feb. 2015 Monbetsu Arts and Culture Center (Hokkaido, Monbetsu).

④松本経, 中山恵介, 渡辺謙太, 桑江朝比呂 猛禽類によるシロザケ採食と陸域への栄養輸送. 第8回サケ学研究会. 2014年12月21日 北海道大学水産学部(北海道, 函館市).

⑤K. Matsumoto, K. Nakayama, S. Takahashi, K. Watanabe, and T. Kuwae. Role of eagles in the flow of salmon-derived nutrients into a terrestrial ecosystem. 19th Congress of the Asia and Pacific Division of the International Association for Hydro-Environment Engineering and Research. 22-Sep. 2014 Hanoi (Vietnam).

⑥K. Matsumoto, K. Nakayama, S. Takahashi, K. Watanabe, and T. Kuwae. Role of eagles in the flow of salmon-derived nutrients into a terrestrial ecosystem. 26th International Ornithological Congress. 20-Aug. 2014 Rikkyo University (Tokyo, Toshima-ku).

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://cee.civil.kitami-it.ac.jp/study/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 経 (MATSUMOTO Kei)

北見工業大学・工学部・研究員

研究者番号：90507170

(2) 研究分担者

中山 恵介 (NAKAYAMA Keisuke)

神戸大学・工学(系)研究科(研究院)・

教授

研究者番号：60271649